



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Eficiencia del sistema de luz ultravioleta fotocatalizada con Dióxido de Titanio como un prototipo para la eliminación de coliformes totales en las aguas de pozo del AA.HH. Márquez, Callao 2016”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

kenyo Javier Poma Cercado

ASESOR:

Mg. Juan Alberto Peralta Medina

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Ingeniería de procesos industriales

LIMA – PERÚ

2016 - II

Página del Jurado : aprobado por

Dr. Elmer Benites Alfaro

Presidente del Jurado

Dr. Lorgio Gilberto Valdiviezo Gonzales

Secretario del Jurado

Mg. Peralta Medina Juan

Vocal del Jurado

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso que me da sus bendiciones

A mis padres y hermano por el apoyo y confianza que depositan en mí

El autor

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecer a ti dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, y cumplir este sueño anhelado.

A mis padres quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades, agradezco infinitamente a mi hermano quien sin sus consejos y apoyo incondicional no hubiera logrado culminar esta tesis.

Al Ing. Alejandro Suarez Alvites por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar esta tesis con éxito.

También me gustaría agradecer a mi profesor de Investigación y de Tesis, Mg. Juan Alberto Peralta Medina Valdivieso por su visión crítica de muchos aspectos cotidianos de la vida, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que ayudan a formarte como persona e investigador.

De igual manera agradecer a mis profesores quienes durante toda mi carrera profesional han aportado con un granito de arena a mi formación.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abrió abre sus puertas a jóvenes como yo, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien, la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

El autor

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, Kenyo Javier Poma Cercado, con DNI N° 70042854, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticas y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión, tanto los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 01 de Enero del 2017

Kenyo Javier Poma Cercado

DNI: 70042854

PRESENTACION

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, presente ante ustedes la tesis titulada “Eficiencia del sistema de luz ultravioleta fotocatalizada con Dióxido de Titanio como un prototipo para la eliminación de coliformes totales en las aguas de pozo del AA.HH. Márquez, Callao 2016”, la misma me someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

El autor

Kenyo Javier Poma Cercado

ÍNDICE

Páginas del jurado.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Declaración de autenticidad.....	iv
Presentación.....	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática.....	2
1.2. Trabajos previos.....	2
1.2.1. Cuadro resumen.....	10
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	13
1.3.1. Eficiencia.....	13
1.3.2. La radiación.....	13
1.3.2.1. Radiación no ionizante.....	14
1.3.3. Desinfección de agua con Luz Ultravioleta.....	14
1.3.3.1. Lámparas de Luz Ultravioleta.....	14
1.3.3.2. Longitud de Onda Optima.....	15
1.3.3.3. Operatividad del Fluorescente de Luz Ultravioleta.....	16
1.3.4. Como actúa la Luz Ultravioleta contra los patógenos.....	16
1.3.5. Tipos de configuraciones de reactor.....	18
1.3.6. Factores que afectan la efectividad de la Luz Ultravioleta.....	19
1.3.7. Procesos de Oxidación Avanzada.....	21
1.3.7.1. La Fotocatálisis.....	22
1.3.7.2. La Fotólisis.....	22
1.3.8. La radiación solar y la aplicación en la fotocatálisis.....	23
1.3.9. Fotocatalizadores soportados como películas.....	23
1.3.10. Dióxido de Titanio.....	24
1.3.10.1. Dióxido de Titanio como Fotocatalizador.....	24
1.3.10.2. Obtención de Dióxido de Titanio.....	25
1.3.10.3. Reacciones de TIO ₂ como fotocatalizador.....	26
1.3.10.4. Fotocatálisis heterogénea con dióxido de titanio.....	27

1.4. Formulación del problema.....	28
1.4.1. Problema General.....	28
1.4.2. Problema Especifico	28
1.5. Justificación del estudio.....	28
1.6. Hipótesis.....	29
1.6.1. Hipótesis General.....	29
1.6.2. Hipótesis Especifico.....	29
1.7. Objetivos.....	30
1.7.1. Objetivo General.....	30
1.7.2. Objetivos Específicos.....	30
II. METODO.....	31
2.1. Diseño de investigación.....	32
2.1.1. Diseño experimental usado para el análisis.....	32
2.2. Variables, Operacionalizacion.....	33
2.3. Población y Muestra.....	35
2.3.1. Población.....	35
2.3.2. Muestra.....	35
2.3.3. Muestreo.....	35
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	35
2.4.1. Identificación de punto de monitoreo.....	35
2.4.2. Parámetros a analizar.....	36
2.4.2.1. Variables de control.....	36
2.4.2.2. Variable dependiente.....	36
2.4.3. Instrumentos.....	36
2.4.3.1. Ficha de recolección de datos.....	36
2.5. Método de análisis de datos.....	37
2.6. Diseño y construcción del sistema a base de Luz Ultravioleta..	38
2.6.1. Ubicación del sistema a base de Luz Ultravioleta.....	38
2.6.2. Factores en estudio.....	38
2.6.3. Descripción de sistema de tratamiento.....	38
2.6.4. Determinación de parámetros de diseño del sistema de tratamiento.....	39

2.6.5. Determinación de volúmenes.....	40
2.6.6. Determinación de la eficacia del sistema con Luz Ultravioleta..	40
2.6.7. Materiales físicos.....	41
2.6.7.1. Materiales.....	41
2.6.7.2. Material experimental.....	41
2.6.7.3. Equipos.....	41
2.6.8. Construcción del sistema.....	42
2.6.8.1. Conexión eléctrica.....	42
2.6.8.2. Conexión de plumería.....	43
2.7. Aspectos éticos.....	43
III. RESULTADOS	44
3.1. Resultados de experimentación	45
3.2. Análisis de resultados	50
3.2.1. Análisis de las temperaturas	51
3.2.2. Análisis de pH	52
3.2.3. Análisis de coliformes totales	53
3.2.4. Análisis de la función y varianza para la prueba de hipótesis	54
3.2.5. Prueba de hipótesis, análisis de varianza ANOVA	55
IV. DISCUSIÓN	57
V. CONCLUSIONES	60
VI. RECOMENDACIONES	62
VII. REFERENCIAS	64
VIII. ANEXOS	

Índice de figuras

Figura N°1: efectos de la Luz Ultravioleta sobre el ADN	16
Figura N°2: deño de un dímero causado por la Luz Ultravioleta	17
Figura N°3: estructura del ADN en una bacteria y Lámpara Ultravioleta	18
Figura N°4: Factores de contacto de Luz Ultravioleta	18
Figura N°5: efectos de las partículas en la radiación de Luz Ultravioleta	19
Figura N°6: mecanismo simplificado del semiconductor en la fotocátalisis heterogénea	25
Figura N°7: Partículas semiconductoras excitada con radiación UV	27
Figura N°8, 9 y 10: Arrancador, circuito eléctrico	42
Figura N° 11, 12 y 13: Conexiones de plumería	43
Figura N° 14: Comportamiento, modelo primer orden para resultados	56

Índice de tablas

Tabla N°1: síntesis de las investigaciones realizadas	10
Tabla N°2: características del agua a tratar que afectan el tratamiento	20
Tabla N°3: operacionalización de variables	34
Tabla N°4: parámetros a medir después del tratamiento	36
Tabla N°5: características de los equipos	40
Tabla N°6: consideraciones experimentales	40
Tabla N°7: características de la muestra	45
Tabla N°8: codificación de las muestras	45
Tabla N°9: resultados obtenidos AT-02	46
Tabla N°10: resultados obtenidos AT-04	46
Tabla N°11: resultados obtenidos AT-R1	47
Tabla N°12: resultados obtenidos AT-R2	47
Tabla N°13: resultados obtenidos AT-R3	48
Tabla N°14: resultados obtenidos AT-R4	48
Tabla N°15: resultados obtenidos AT-R5	49
Tabla N°16: resultados obtenidos AT-05	49
Tabla N°17: resultados obtenidos AT-03	50
Tabla N°18: variación de variables	50
Tabla N°19: valores numéricos de los parámetros	55
Tabla N°20: análisis de varianza para el modelo de segundo orden	55

Índice de gráficos

Grafico N°1: diseño factorial	32
Grafico N°2: diagrama de flujo de la investigación	39
Gráfico N°3: variación de temperatura en el afluente del sistema	51
Grafico N°4: variación de temperatura en el efluente del sistema	52
Grafico N°5: variación de pH	53

Resumen

Uno de los métodos más prácticos de desinfección de agua es la aplicación de la luz ultravioleta, siendo más práctico y eficiente foto catalizándola con dióxido de titanio, adquiriendo la capacidad de inactivar virus, esporas y quistes de protozoos.

Tomando en consideración este método de desinfección, el presente trabajo de investigación determino la eficiencia de la luz ultravioleta foto catalizada con dióxido de titanio sobre un agua de pozo.

Para este estudio se construyó un sistema con luz ultravioleta foto catalizada con dióxido de titanio, tomando en consideración los volúmenes de muestras a utilizar para los ensayos, como también las especificaciones eléctricas.

Las muestras utilizadas en la investigación fueron obtenidas de un pozo ubicado en el asentamiento humano Márquez. En este caso se optó por establecer como indicador de eficiencia la presencia o ausencia de coliformes totales debido a que son considerados como indicadores de calidad de agua.

Se realizaron pruebas preliminares (primeras corridas), las cuales fueron realizadas para identificar las variables a considerar, posteriormente en las corridas fueron utilizadas las variables: tiempo y volumen. Se realizaron corridas aplicando luz ultravioleta foto catalizada con dióxido de titanio en tres volúmenes diferentes ($V_1 = 3000$ ml, $V_2 = 5000$ ml, $V_3 = 7000$ ml), y el lapsos de tiempo de 5 minutos de exposición ($T_1 = 5$ min, $T_2 = 10$ min, $T_3 = 15$ min).

Los resultados obtenidos fueron alentadores en cuanto a la eficiencia del tratamiento con el menor de los tiempos y el menor de los volúmenes, ya que elimino totalmente los coliformes totales, evidenciando así un 100 % de eficiencia del tratamiento. También se pudo constatar que mientras se aumentaba el volumen, los coliformes totales aumentaban, pero esto se regularizaba aumentando también el tiempo de tratamiento.

Palabras clave: Luz Ultravioleta, Coliformes totales, Agua de pozo.

ABSTRACT

One of the most practical methods of water disinfection is the use of ultraviolet light, more practical and more efficient of the photo with titanium dioxide, acquiring the ability to inactivate the virus, spores and protozoan cysts.

Taking into account this method of disinfection, the present work of investigation determined the efficiency of photo-catalyzed ultraviolet light with titanium dioxide on a well water.

For this study, a photo-catalyzed ultraviolet light system with titanium dioxide was constructed, taking into account the sample volumes to be used for the tests as well as the electrical specifications.

The samples used in the research were obtained from a well located in the Márquez human settlement. In this case we chose to establish as an efficiency indicator the presence or absence of total coliforms because they are considered as indicators of water quality.

Preliminary tests (first runs) were performed, which were performed to identify the variables to be considered, later the variables were used: time and volume. Ultraviolet photocatalytic light with titanium dioxide was run in three different volumes ($V_1 = 3000$ ml, $V_2 = 5000$ ml, $V_3 = 7000$ ml), and time lapses of 5 minutes exposure ($T_1 = 5$ min, $T_2 = 10$ min, $T_3 = 15$ min).

The results obtained were encouraging in terms of the efficiency of the treatment with the smallest of times and the lowest of the volumes, as it totally eliminated the total coliforms, evidencing a 100% treatment efficiency. It was also found that while the volume increased, the total coliforms increased, but this was regularized by increasing the treatment time.

Keywords: Ultraviolet light, Total coliforms, Well water